

Praxis Ratgeber

zur Denkmalpflege



Bauphysik des historischen Fensters

Notwendige Fragen und klare Antworten



Fensterbau gestern ...



und ...



heute

Informationsschriften der Deutschen Burgervereinigung e.V.
BEIRAT FÜR RESTAURIERUNG

Bauphysik des historischen Fensters

Die Bauphysik beherrscht nicht nur den modernen Fensterbau, sondern auch den Umgang mit alten Fenstern. Das Produktmarketing erzeugt hier jedoch Irrtümer und missachtet die Erfahrung. Markl [1] sagt zurecht: „Auch die Aufbewahrung und getreue Wiedergabe der bisher bewährten Methoden und Ergebnisse gehören zu den Aufgaben der Wissenschaft“. Naturgesetze, Logik und die Mathematik können unwiderlegbar die Fehler von amtlichen Vorschriften, Reklame und bautechnischen Entwicklungen aufdecken.

1. Sind alte Fenster technisch wertlos?

Der Wärme-, Schall- und Feuchteschutz sowie die Lebensdauer und Wartung bestimmen die Bauphysik des Fensters. Die historischen Fenster haben diesbezüglich auf ausgereifte Erfahrung zurückgegriffen [2]. Erst der moderne Fensterbau liefert für teures Geld schimmelige Wohnräume und fordert anstelle behaglichen Wohnens Lüftungstechnik [3]. Historische Konstruktionen sind einfach, dauerhaft und sinnfällig [4]. Ihr Rahmenmaterial Holz und ihre Bauart überzeugen technisch und wirtschaftlich. Wartung und Reparatur von alten Holzfenstern lohnen sich immer, solange man substanzschonende Entlackungsmethoden, giftfreien Holzschutz mit Festigungseffekt, reine Ölfarben und keine versprödungsanfälligen Harzlacke einsetzt [5]. Erst die modernen holzerstörenden Fensterfarben haben den Ruf des Holzfensters beschädigt. Ihre spröden Dichtschichten sind auf Holzuntergründen nicht witterungsstabil und nach einem Jahr oft schon defekt [6].



Abb. 1. Kastenfenster, durch Kunstharzanstrich beschädigt.

Das industriehörige Handwerk ersetzt heute die kostengünstige, langlebige Bautechnik – gerade im Fensterbau – mit falscher Reparaturtechnik oder schadensträchtigen Wegwerfkonstruktionen. Ein bisschen technisches Grundwissen kann vor Reinfällen schützen.

2. Welche Rolle spielen das Fenster und die Wärmestrahlung beim Energiesparen?

Wärmestrahlung erwärmt als elektromagnetische Welle keine Luft, sondern nur Materie. Glas ist für Wellenlängen unter $0,3 \mu\text{m}$ (UV-Strahlung der Sonne) und über $2,7 \mu\text{m}$ (langwellige Wärmestrahlung) praktisch undurchlässig [7]. Die kurzwellige Solarstrahlung und das Licht durchdringen das Fensterglas und werden beim Auftreffen auf Materie in Wärme und dann in langwellige Wärmestrahlen verwandelt [8]. Diese werden dann als Strahlungsheizung (Kaminfeuer, Kachelofen, temperierte Wand, Strahlplatte) von Glas reflektiert und bleiben im Raum. Der Strahlungsausgleich erwärmt die Raumschale gleichmäßig. Die Sonne strahlt direkt und diffus – deshalb profitiert auch ein Nordfenster davon. Für Strahlung gelten die Gesetze der Quantenmechanik. Die im Fensterbau hingegen thermodynamisch berechneten Energieverluste liefern falsche Ergebnisse [9]. Schon Einfachfenster ohne Gummidichtung genügen, um einen strahlungsbeheizten Raum behaglich zu halten, die notwendige Fugenlüftung sicherzustellen und als Sollkondensator Wandfeuchte und Schimmel sicher zu verhindern. In kondensatgefährdeten Nass- und Schlafräumen sind Einfachfenster der billigste Schimmelschutz. Durch Strahlungsheizung kann die Raumlufttemperatur wesentlich gesenkt werden. Das spart Energie.



Abb. 2. Strahlplatte einer Hüllflächentemperierung.

Lufterhitzende Heizsysteme dagegen benötigen hohe Raumlufttemperaturen. Daher ist auch ihr Energieverbrauch hoch. Zum Energiesparen werden dann überdachte Fenster eingesetzt. Folge: hohe Raumluftfeuchte mit Schadstoffanreicherung und hohem Energiebedarf, kühle Außenwände, Kondensat und Schimmel.

3. Welche Solargewinne bei welchem Fenstertyp?

Im Winter liefert die durchs Fenster einstrahlende Sonne kostenlose Energie. Im Sommer dagegen überhitzt sie die Räume in Leichtbauten. Speicherfähige Massivbauten bieten dagegen auch im Sommer ein angenehmes Wohnklima. Die Tabelle 1 zeigt die passiven Solargewinne $k_{F(PS)}$ gem. Wärmeschutzverordnung 95, abhängig von der Himmelsrichtung. Diese Bonuswerte sind vom Laborwert k_F abzuziehen. Der Gesamtenergiedurchlassgrad g bestimmt die Höhe des Solargewinns (Auswahl aus [10]).

Es bedeuten:

Iso = Isolierverglasung, VF = Verbundfenster, KF = Kastenfenster, Wä = Wärmeschutzglas, So = Sonnenschutzglas, LZR/SZR = Luft-/Scheibenzwischenraum, SA = Scheibenabstand.

		k_F	g	$\Delta k_{F(PS)} (W/m^2K)$		
				S	O/W	N
			2,4	1,65	0,95	
1	Einfachverglasung	5,2	0,9	2,16	1,49	0,86
2	Iso 6- 8mm LZR	2,9	0,8	1,92	1,32	0,76
3	VF 30-50mm SA	2,5	0,8	1,92	1,32	0,76
4	KF 80-100mm SA	2,5	0,8	1,92	1,32	0,76
5	Wä 12mm SZR.	1,3	0,58	1,39	0,96	0,55
6	So 15mm SZR	1,4	0,34	0,82	0,56	0,32

Tabelle 1. k_F -Wert-Bonus durch passive Solarenergie. Kleine k_F -Werte korrespondieren infolge der Scheibenbeschichtungen und Edelgasfüllungen mit geringen Energiedurchlasszahlen g . Deshalb werden die Solargewinne ebenfalls geringer, was die in DIN 4108 günstig erscheinenden Fenster- k -Werte wieder entwertet.

Kleine k_F -Werte sparen also nicht besonders viel Energie. Der hohe Preis für Wärme- und Sonnenschutzgläser ist insgesamt unwirtschaftlich.

4. Welcher Wärmeschutz ist sinnvoll?

Wärmeverluste durch das Fenster richten sich nach dem k_F -Wert. Dieser Laborwert berücksichtigt ausschließlich die Transmissionswärmeverluste durch Wärmeleitung. Ein dickeres Luftpolster dämmt besser als ein dünnes, deshalb ist ein größerer Scheibenabstand günstiger (siehe Tabelle 1 Nr. 2-4).

Auch der Wärmeverlust der Raumluft durch Wärmeübergang ist im k_F -Wert enthalten. Je höher die Raumlufttemperatur, desto höher ist der Wärmeverlust.

Fenster- und Rolladen oder Jalousien verbessern als temporärer Wärmeschutz den k_F -Wert. Das spart gerade in der kalten Nacht viel Energie. Die offizielle Bauphysik unterschlägt das [11]. So werden die Laborwerte k_F ungerechtfertigt bevorzugt.

Die Wärmegewinne $\Delta k_{F(tW)}$ bei unterschiedlichem temporären Wärmeschutz ($1/\Lambda_{(tW)}$ von 0,17 bis 0,62 m^2K/W) sind in der Tabelle 2 aufgelistet (Auswahl aus [10]).

		k_F	$1/\Lambda_{(tW)} \dots (m^2K/W)$			
			0,17	0,20	0,38	0,62
			$\Delta k_{F(tW)} (W/m^2K)$			
1	Einfachverglasung	5,2	1,29	1,40	1,82	2,09
2	Iso 6- 8mm LZR	2,9	0,51	0,56	0,80	0,98
3	VF 30-50mm SA	2,5	0,39	0,44	0,64	0,80
4	KF 80-100mm SA	2,5	0,39	0,44	0,64	0,80
5	Wä 12mm SZR.	1,3	0,12	0,14	0,23	0,31
6	So 15mm SZR	1,4	0,14	0,16	0,26	0,34

Tabelle 2. k_F -Wert-Bonus durch temporären Wärmeschutz. Die energetisch günstig erscheinenden k_F -Werte verlieren also auch beim temporären Wärmeschutz weitgehend ihren energetischen Vorteil.

5. Sind Wärmeschutzgläser zu bevorzugen?

Die unbillige k_F -Wert-Betonung und der fehlende temporäre Wärmeschutz verschleiern die energetische Wirkung von Normalfenstern. Tabelle 3 berücksichtigt Solargewinne und den temporären Wärmeschutz (mit dem Wärmedurchlasswiderstand von 0,38 m^2K/W) und zeigt die effektiven k -Werte ($k_{F,eff}$ in W/m^2K) für Fenster nach verschiedenen Himmelsrichtungen (Auswahl aus [10]).

		k_F	g	$k_{F,eff} (W/m^2K)$		
				S	O/W	N
			2,4	1,65	0,95	
1	Einfachverglasung	5,2	0,9	1,22	1,89	2,52
2	Iso 6- 8mm LZR	2,9	0,8	0,18	0,78	1,34
3	VF 30-50mm SA	2,5	0,8	-0,06	0,54	1,10
4	KF 80-100mm SA	2,5	0,8	-0,06	0,54	1,10
5	Wä 12mm SZR.	1,3	0,58	-0,32	0,12	0,52
6	So 15mm SZR	1,4	0,34	0,33	0,58	0,82

Tabelle 3. Effektive k -Werte durch passiven Solargewinn und temporären Wärmeschutz. Die Energiebilanz liefert für billige Normalgläser ein durchaus ansehnliches Ergebnis, das mit dem von teuersten „Wärmeschutz- und Sonnenschutzgläsern“ vergleichbar ist.

„Sondergläser“ sind also energetisch sinnlos, kleine k_F -Werte nicht erforderlich. Gesteuertes Rechnen begünstigt die Markteinführung dieser Gläser: günstige Eigenschaften alter und üblicher Fensterkonstruktionen bleiben unbeachtet. Bei einer Strahlungsheizung spielen „Sondergläser“ sowie-

so keine Rolle, normales Glas reicht. Strahlungsheizung und Normalglas waren und sind deshalb geniale Energiesparer.

6. Wie funktioniert der Schallschutz?

Mit steigender Lärmbelastung unserer Städte wird der Schallschutz der Außenfassade wichtiger. Dieser setzt sich aus den beiden Schalldämm-Maßen der Wand und des Fensters zusammen. Sie sollten annähernd gleiche Schalldämm-Maße haben, da ein „Schalloch“ den Schallschutz fast hinfällig macht. Eine gute Wand ist zwecklos, wenn das Fenster schlecht ist.

Ein guter Schallschutz entsteht vorrangig durch schwere Masse. Eine Außenwand von 490 kg/m^2 z. B. hat ein Schalldämm-Maß von 55 dB. Die gängigen Fenster mit Schalldämm-Maßen ab 30 dB verschlechtern somit den Schallschutz der Fassade entscheidend. [12].

Die Wichtigkeit des Fensterschallschutzes (Schlüsselloch-Phänomen) bei Massivbauten zwingt zu schalltechnisch äußerst guten Fenstern. Leichtbauten allerdings haben sowieso einen schlechten Schallschutz, so dass „laute“ Fenster gut dazu passen.

7. Welche Fenster sind schalltechnisch gut?

Das menschliche Ohr hört Frequenzen zwischen 16 Hz und 20 000 Hz. Dabei können Frequenzen unter 100 Hz (sehr tiefe Töne) vernachlässigt werden, da der Mensch diesen Bereich kaum als störend empfindet. Die schallschutztechnische Bewertung beschränkt sich deshalb auf den Frequenzbereich zwischen 100 und 3200 Hz (3150 Hz), wobei das stark abfallende Lautstärkeempfinden unter ca. 250 Hz zu beachten ist. Aus einer Messkurve wird eine „Einzahlangabe“ abgeleitet, die jedoch eventuell vorliegende Resonanzeinbrüche nur ungenügend berücksichtigt.

Insofern können verschiedene Konstruktionen trotz gleicher „Einzahlangabe“ unterschiedlich laut empfunden werden. Dies liegt an den bei bestimmten Frequenzen auftretenden Resonanzeinbrüchen mit damit verbundenen großen Abweichungen von der Sollkurve [10]. Nur Verbesserungen bei diesen kritischen Resonanzfrequenzen bringen dann bessere Schalldämm-Werte [13]. Die Resonanzeinbrüche entstehen durch Resonanz der Einzelscheibe (Grenzfrequenz) und der gesamten Fensterkonstruktion als Masse-Feder-Masse-System (Eigenfrequenz) [10], [14].

Da bei einem Fenster ein guter Schallschutz durch Schwere nur bedingt möglich ist, müssen biegeweiche Konstruktionen gewählt werden.

8. Welche Scheibendicke macht Sinn?

Bei der Grenzfrequenz f_g stimmen die auftreffenden Luftschallwellen mit den Biege-Wellen der Einzelscheibe überein. Folge: ein Schalleinbruch. Die Grenzfrequenz einer 4 mm dicken Glasscheibe liegt bei etwa 3125 Hz, dünnere, biegeweichere Glascheiben liegen darüber. Dickere, biege- steifere Glasscheiben über 4 mm jedoch fallen in den zu bewertenden Frequenzbereich zwischen 100 und 3150 Hz und verschlechtern den Schallschutz [10], [14].

Dünne, biegeweiche Gläser sind leichter, kostengünstiger und verbessern den Schallschutz. Das historische Fenster

bietet also schalltechnische Vorteile. Auch ein nach dem Prinzip geschichteter Platten aus zwei Scheiben hergestelltes Verbundglas ist biegeweicher als eine entsprechende Einzelscheibe und liefert damit ein besseres Schalldämm-Maß [12].

9. Welche Fensterkonstruktion ist günstig?

Bei einer „Scheibe-Luft-Scheibe“ Konstruktion bestimmt die Eigenfrequenz f_o (oder auch Resonanzfrequenz f_r) das Schalldämm-Maß einer Fensterkonstruktion. Bei diesem Masse-Feder-Masse System muss die Feder als Luftpolster zwischen den Scheiben möglichst weich sein, um einen guten Schallschutz zu erzielen.

Die Eigen- oder Resonanzfrequenzen von Fensterkonstruktionen liegen etwa zwischen 70 und 350 Hz, also im Bewertungsbereich (über 100 Hz) oder darunter. Worauf kommt es dabei an?

Bei biegeweichen Scheiben von z. B. $2 \times 4 \text{ mm}$ erreicht ein Scheibenabstand von etwa 70 mm die Resonanzgrenze 100 Hz. 150 mm Abstand führt zu einer Resonanzfrequenz von 70 Hz. Größere Abstände der beiden Scheiben liefern also besseren Schallschutz.

Die günstige Glasdicke von $2 \times 4 \text{ mm}$ mit Scheibenabstand von nur 10, 12 oder 16 mm ergibt jedoch Resonanzfrequenzen zwischen 200 und 300 Hz, die damit im schalltechnischen Bewertungsbereich liegen. Das verschlechtert ihr Schalldämm-Maß entscheidend.

Ein Kastenfenster mit 10 oder 15 cm Scheibenabstand hat Resonanzfrequenzen bei 85 bzw. 70 Hz. Diese Schalleinbrüche sind jedoch kaum hörbar und liegen deshalb außerhalb des schalltechnischen Bewertungsbereichs gem. DIN. Auch Masse kann zu einem besseren Schallschutz führen, doch dabei kommt es zu Gewichtsproblemen. Eine 10 mm dicke Scheibe wiegt immerhin 25 kg/m^2 . Eine Fensterkonstruktion aus $2 \times 8 \text{ mm}$ Scheiben (40 kg/m^2) erreicht bei etwa 40 mm Scheibenabstand eine Resonanzfrequenz von 100 Hz, größere Abstände verschieben diesen Wert nach unten. Bei 120 mm Abstand der Scheiben liegt die Resonanz schon bei 60 Hz [15].

Dickere Gläser ergeben also eine etwas günstigere Resonanzfrequenz. Das Konstruktionsgewicht kann den Schallschutz zwar verbessern, doch dann muss der Schalleinbruch der Einzelscheibe (Grenzfrequenz) beachtet werden. An die Problematik der Einzahlangabe sei erinnert.

Auch Verbundglas, unterschiedliche Glasdicken der Einzelscheiben (Verhältnis mindestens 1:2) und eine Gasfüllung (für den Resonanzbereich schlechter) verbessern den Schallschutz geringfügig [12], [16].

Konstruktionsziel muss es also sein, Resonanzfrequenzen außerhalb des bewerteten Frequenzbereiches zu erreichen. Abbildung 3 zeigt die Schalldämm-Maße unterschiedlicher Fensterkonstruktionen. Industriefenster missachten beide Resonanzkriterien, deswegen liegen ihre bewerteten Schalldämm-Maße nur bei 30 bis 32 dB [10], [14]. Wer seine Fenster alter Bauart gegen „moderne“ austauscht, ist also auch schalltechnisch schlecht beraten.

Das altbewährte Kastenfenster mit den großen Scheibenabständen ist gegenüber den Isolierglasscheiben nicht nur energetisch, sondern vor allem schalltechnisch besser. Was ein Kastenfenster schalltechnisch leistet, muss heute ein überteures „Schallschutzfenster“ übernehmen.

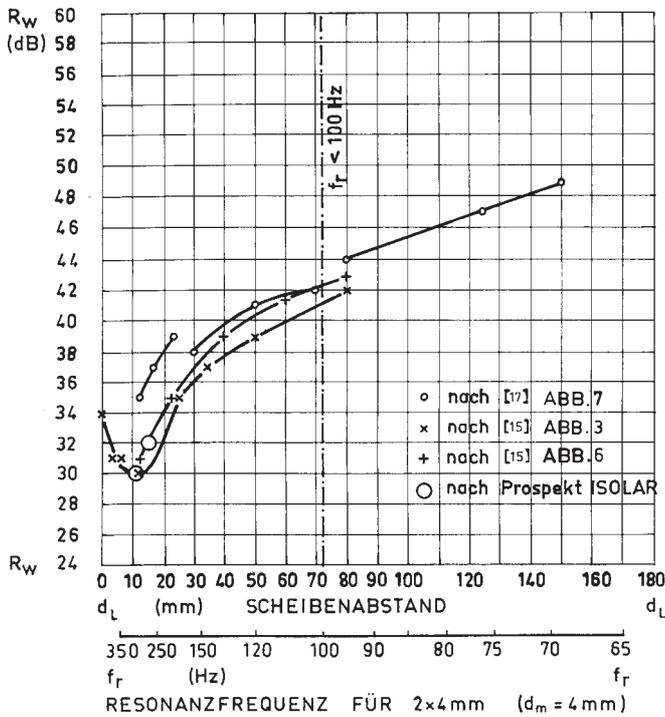


Abb. 3. Bewertete Fenster-Schalldämm-Maße R_w (dB) in Abhängigkeit vom Scheibenabstand [17]. Kleine Scheibenabstände liefern durch Resonanz im Bewertungsbereich schalldämmtechnisch sehr schlechte Werte, wie die untere Skala der Resonanzfrequenz für 2×4 mm Scheiben zeigt.

Dies kann auch der Literatur entnommen werden: „Der Abstand der Glasscheiben von Doppelfenstern ist schalltechnisch bei etwa 8 bis 12 cm am günstigsten“ [18]. „Die höchsten Schalldämmwerte von 50 bis 60 dB werden mit Kastenfenstern erreicht“ [19]. „Dazu im Widerspruch stehen die geringen Scheibenabstände von etwa 10 bis 35 mm, die bei modernen, materialsparenden Fensterbauarten (Thermo- und Verbundfenster) üblich sind“ [12].

Der heutige Fensterbau ist also kein „technischer Fortschritt“, sondern ein wirtschaftlicher und technischer Irrweg. Im Interesse des Schallschutzes müssten deshalb alte Kastenfenster erhalten und neu konstruiert werden [20], [21]. Auch ein entkoppelt konstruiertes Verbundfenster (Bauart Wagner) leistet schalltechnisch deutlich mehr als das Fenster mit Zweisheiben-Isolierverglasung.

10. Wie reagiert DIN auf die Schallgesetze?

Die schalltechnischen Nachteile von Industriefenstern würden nicht auffallen, wenn die vorhandenen, aber wegen des Lautstärkepegels kaum wahrnehmbaren Resonanzeinflüsse beim Kastenfenster ebenfalls mit in die Bewertung einbezogen werden müssten.

Und so steht in [22] zu lesen: „Durch die Vereinheitlichung der Prüfnormen im Rahmen der Harmonisierung der europäischen Normen wird der gemessene Frequenzbereich auf das Spektrum von 50 bis 5000 Hz erweitert“.

Das schalltechnisch überlegene „alte“ Kastenfenster wird also durch geänderte Prüfbedingungen der Minderqualität moderner Industrieprodukte gleichgestellt [10], [14].

11. Weshalb muss gelüftet werden?

Bei steigender Temperatur der Luft kann diese mehr Wasserdampf aufnehmen. Kondensat entsteht deshalb nur dann, wenn Raumluft abgekühlt wird [23]. Die funktionellen Zusammenhänge dieses Naturgesetzes zeigt Abbildung 4.

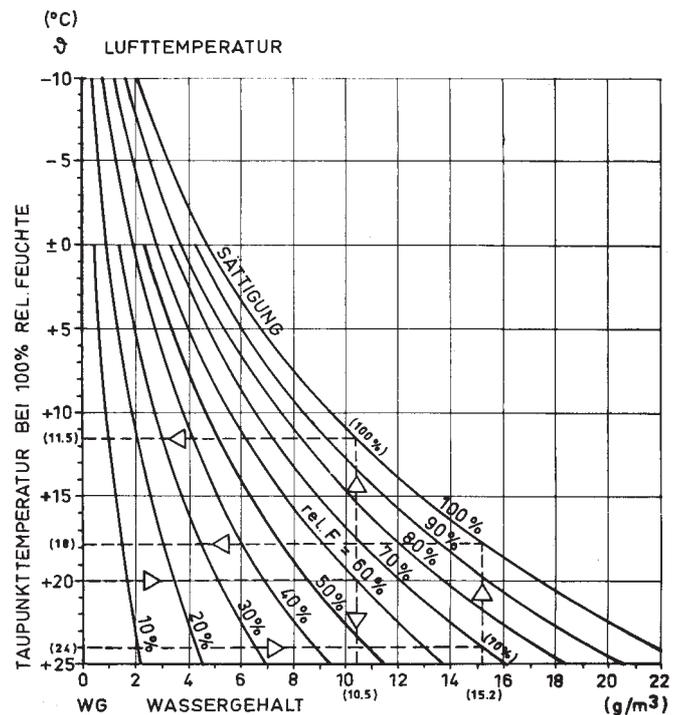


Abb. 4. Luftfeuchte und Taupunkttemperatur. Eine $20^\circ C$ warme Luft mit 60% relativer Feuchtigkeit z. B. enthält $10,5 g/m^3$ Wasserdampf. Wird diese Luft auf $11,5^\circ C$ abgekühlt, entsteht eine rel. F. von 100%, die Luft ist gesättigt. Bei weiterer Abkühlung kondensiert der überschüssige Wasserdampf.

Um Kondensat in der Wand zu vermeiden, muss die Raumluft entfeuchtet werden. Eine Einzelscheibe wirkt deshalb als einfacher Feuchteregler. Der Einbau „energiesparender“ Gläser beseitigt dieses natürliche Kontrollinstrument, an anderen Stellen kondensierte Luft verursacht nun Schimmelpilzbildung.

Stoßlüftung kann dies allein aber nicht leisten. Wenn die notwendige Fugendurchlässigkeit fehlt, muss anlagentechnisch entfeuchtet werden. Risiko: Das Sick-Building-Syndrom, Schimmelpilzkultur, verrottende Holzteile in der Außenwand und kranke Bewohner.

Feuchte Luft ist am besten durch natürliche Lüftung auszutauschen. Kalte Luft von draußen, die sich auf Raumlufttemperatur erwärmt, ist sehr trocken und verhindert Feuchteprobleme. Wie Messungen zeigen, gelingt dies aber nur bei dauernder Frischluftzufuhr durch die Fensterfugen. Dafür bietet die Industrie nun „teildurchlässige“ Dichtungen (?) an!

12. Müssen Fenster extrem dicht sein?

Die Wärmeschutzverordnung schreibt Anforderungen an die „Dichtheit“ der Fenster vor. Dabei bauen Undichtheiten die Feuchtespitzen mit ab und verhindern Nässeschäden.

Dichte Fenster und der fehlende Selbstentfeuchtungseffekt kühler Scheiben führen zu hohen relativen Feuchten – und bei Konvektionsheizungen zum Schimmelpilz inklusive Zugerscheinungen dank dauernder Raumlufturnwälzung. Eine Strahlungsheizung jedoch würde selbst bei hohen relativen Feuchten Schimmelpilz vermeiden, da die Lufttemperatur niedriger als die Wandtemperatur ist [9], [24], [25]. Die von Energieberatern gern beschworenen Energieverluste undichter Fensterfugen sind in Wahrheit belanglos. Der zugunsten der Lüftungsgeräteindustrie eingerechnete tägliche Lüftungswärmebedarf in der WSchVO 1995 sieht einen über 19fachen Luftwechsel vor. Dies entspricht einem stündlichen Austausch von $2\text{m}^3/\text{m}^2$ Wohnnutzfläche oder einer Energie von $51,4\text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. Bei einem derart hohen Lüftungswärmebedarf spielt eine Undichtheit energetisch überhaupt keine Rolle.

Literatur

- [1] Markl, H.: Wissenschaft: zur Rede gestellt – Über die Verantwortung der Forschung. R. Pieper Verlag, München 1989, Serie Pieper - Aktuell.
- [2] Schock-Werner, B., Bingenheimer, K.: Fenster und Türen in historischen Wehr- und Wohnbauten, Kolloquium des Wissenschaftlichen Beirats der Deutschen Burgenvereinigung e.V., Braubach 1995.
- [3] <http://home.t-online.de/home/konrad-fischer/23bausto.htm>
- [4] Schrader, M.: Fenster, Glas und Beschläge als historisches Baumaterial, Ein Materialleitfaden und Ratgeber, Suderburg-Hösseringen 2001, www.anderweit.de, www.baurat.de.
- [5] <http://home.t-online.de/home/konrad-fischer/2oel.htm>
- [6] Ziesemann, Krampfer, Knieriemer: Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen, AT Verlag, Aarau 1996.
- [7] Cziesielski, E.; Daniels, K.; Trümper, H.: Ruhrgas Handbuch – Haustechnische Planung, Hrsg. Ruhrgas AG, Karl Krämer Verlag Stuttgart 1985.
- [8] Schaal, R.: Verglaste Pufferzonen. Deutsches Architektenblatt 1982, H. 9, S. 1027.
- [9] Meier, C.: Humane Wärme. Strahlungswärme als energiesparende Heiztechnik. bausubstanz 1999, H. 3, S. 40.
- [10] Meier, C.: Das Fenster und die Wärmeschutzverordnung. Fenster im Baudenkmal 1998, Tagungsbeiträge Kapitel 4, Herausgeber: PaX Holzfenster GmbH, Lukas Verlag, Berlin 1999.
- [11] Meier, C.: Das Fenster als energetischer Aktivposten - Strahlungsgewinn und temporärer Wärmeschutz - die Speerspitzen für Normalglas. Berlin-Brandenburgische Bauwirtschaft 1992, H. 19, S. 554.
- [12] Fasold, W., Sonntag, E., Winkler, H.: Bau- und Raumakustik. VEB Verlag für Bauwesen Berlin 1987.
- [13] Holtz, F.: Schalltechnische Probleme im Fensterbau. deutsche bauzeitung 1982, H. 3, S. 54.
- [14] Meier, C.: Auf Abstand. Zur Effizienz von Schallschutzfenstern im Vergleich zu Kastenfenstern. deutsche bauzeitung 1999, H. 3, S. 132.
- [15] Froelich, H.: Schallschutz Isoliergläser. Deutsches Architektenblatt 1988, H. 7, S. 1019.
- [16] Mechel, F. P.: Schallschutz im Hochbau. in: Gesundes Wohnen, Düsseldorf: Beton Verlag 1986.
- [17] Gösele, K.: Fortschritte beim baulichen Schallschutz. Deutsches Architektenblatt 1986, H. 8, S. 935.
- [18] Schleicher, F.: Taschenbuch für Bauingenieure, Bd. 1. Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1955.
- [19] Gösele, K., Lakatos, B.: Schalldämmung von Fenstern und Verglasungen. Deutsches Architektenblatt 1979, H. 11, S. 1387.
- [20] Fischer, K.: Holzfenster. Praxis-Ratgeber zur Denkmalpflege. Deutsche Burgenvereinigung e.V. Marksburg, 56338 Braubach.
- [21] Saar, M.: Winterfenster in Denkmalpflege und Praxis. Reparatur in der Baudenkmalpflege, Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, München 1999.
- [22] Glas am Bau. Vereinigte Glaswerke GmbH, Aachen 1998/99.
- [23] Meier, C.: Wärmedämmung und Oberflächenkondensat – Ursache von Feuchteschäden. Baumetall, 1987, H. 6, S. 32.
- [24] Meier, C.: Altbau und Wärmeschutz. Praxis-Ratgeber zur Denkmalpflege Nr.7, Januar 1999. Deutsche Burgenvereinigung e.V., Braubach.
- [25] <http://home.t-online.de/home/konrad-fischer/7temper.htm>.
- [26] <http://ClausMeier.tripod.com>.

Zusammenfassung

Die Fensterbautechnik entwickelt sich unter dem k-Wert-Dogma in die falsche Richtung. Wärme- und Sonnenschutzgläser, die mit Beschichtungen und Edelgasen die k-Wert-Minimierung auf die Spitze treiben, beherrschen den Markt. „Moderne“ Gebäude sind „gut isoliert“: doppel- oder dreifach verglaste Fenster, fugendichte Rahmen, wärmegeämmte Wände. Folge: Ein feuchtwarmes Wohnklima, in dem Milbenkot, Tierallergene und Schimmelpilze dramatisch zunehmen und weitere unerwünschte Mitbewohner wie Kakerlaken und Silberfische prächtig gedeihen. Historische Fenster können und müssen deshalb als Vorbild dienen. Früher wurde ohne Kenntnis der physikalischen Gesetze richtig konstruiert, heute jedoch mit Kenntnis falsch [26]. Der Fensterbau muss neu durchdacht werden.

Wir danken folgenden Firmen für die finanzielle Unterstützung bei der Drucklegung:

Fenster & Türen Restauration GmbH Weimar,
Im Dorfe Nr. 2, 99439 Heichelheim,
Tel.: 0 36 43-42 34 44, Fax -42 34 46.

Jels Savværk A/S, Klovtoftvej 2, Jels, 6630 Rødning,
Dänemark, Tel. +45 74 55 21 40, Fax +45 74 55 29 76
E-Mail info@dinesen-jels.dk
Internet www.dinesen-jels.dk

Praxis Ratgeber Nr. 9 – Dezember 2001

Herausgeber: Deutsche Burgenvereinigung e.V. (DBV)
Marksburg, 56338 Braubach

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Meier, Architekt
Restaurierungsbeirat der DBV
Neuendettelsauer Str. 39,
90449 Nürnberg

Redaktion: Dipl.-Ing. Konrad Fischer, Architekt
Restaurierungsbeirat der DBV
Hauptstr. 50, 96272 Hochstadt

Satz: Martina Holdorf M.A.

Druck und
Herstellung: Görres-Druckerei, Koblenz